

**PENGENDALI JENDELA GESER MENGGUNAKAN REMOTE
DENGAN PENGGERAK MOTOR DC BRUSHED**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik**

Oleh:

DIAN SAPUTRA

D400120040

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2017**

HALAMAN PERSETUJUAN

PENGENDALI JENDELA GESER MENGGUNAKAN REMOTE DENGAN MOTOR DC BRUSHED

PUBLIKASI ILMIAH

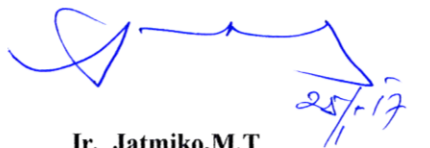
oleh:

DIAN SAPUTRA

D40010040

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing



Ir. Jatmiko, M.T
NIK. 622

HALAMAN PENGESAHAN

**PENGENDALI JENDELA GESER MENGGUNAKAN REMOTE
DENGAN MOTOR DC BRUSHED**

OLEH

DIAN SAPUTRA

D 400 120 040

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Surakarta

Pada hari 02., Feb. 2017

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

1. Ir. Jatmiko, M.T.
(Ketua Dewan Penguji)
2. Umar Hasan, S.T., M.T.
(Anggota I Dewan Penguji)
3. Agus Supardi, S.T., M.T.
(Anggota II Dewan Penguji)

(.....)
(.....)
(.....)

Dekan,



Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D.

NIK/NIDN:0630126302

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidak benaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya

Surakarta, 2 Februari 2017

Penulis



DIAN SAPUTRA

D 400 120 040

PENGENDALI JENDELA GESER MENGGUNAKAN REMOTE DENGAN PENGGERAK MOTOR DC BRUSHED

Abstrak

Kemudahan dan kepraktisan melakukan sesuatu sedang dibutuhkan untuk membantu pekerjaan manusia. Sibuknya manusia dengan kegiatannya di dalam ruangan, terkadang membuat manusia lupa dengan cara hidup sehat. Oleh sebab itu dengan permasalahan yang dijabarkan maka tujuan penelitian ini yaitu merancang jendela yang praktis dan mudah dioperasikan dan dapat memudahkan sirkulasi udara dalam ruangan. Jendela ini memiliki desain jendela geser memiliki 2 daun jendela dengan salah satu jendela yang bergerak dan jendela lainnya tidak dapat bergerak. Penggerak jendela menggunakan motor DC *brushed* 12 volt dan kunci jendela menggunakan *solenoid door lock* 12 V. Motor dan solenoid terhubung dengan tiga relay yang dikendalikan oleh *mikrokontroller Arduino*. Dua *relay* digunakan untuk penggerak dan satu *relay* untuk solenoid. *Receiver remote RF* digunakan untuk menerima sinyal dari *remote* dan memberi sinyal ke *Arduino* yang sudah berisi program. Tegangan kerja dari *receiver* sebesar 5 V dan mendapat *suplly* dari *Arduino*. *Remote RF* memiliki 4 *channel* yang terdiri dari *channel A,B,C* dan *D*. *Channel A* berfungsi untuk membuka jendela sedangkan *B* untuk menutup jendela, *Channel C* untuk membuka kunci sedangkan *D* untuk mengunci jendela. Untuk menghentikan motor ketika jendela sudah mencapai batas kusen dengan memasang 2 *microswitch* yang jika tertekan maka motor hanya dapat berputar lawan arah. Fungsi setiap komponen dapat membuat jendela bekerja sesuai yang diinginkan.

Kata Kunci: *Arduino*, Jendela, Motor DC, *Remote*

Abstract

The ease and practicality of doing something was needed to help the work of man. Man busy with activities indoors, sometimes make people forget the healthy way of life. Therefore, the problems outlined the goal of this research is to design a window that is practical and easy to operate and can facilitate air circulation in the room. This window has a sliding window design has two shutters with one bergdrak window and other windows can not be moved. Mover window using a brushed DC motor 12 volt and window locks use a solenoid door lock 12 V Motor and solenoid connected with three relays that are controlled by the *Arduino* microcontroller. Two relays are used for propulsion and one relay to solenoid. Receiver RF remote to use to receive signals from the remote and give a signal to the *Arduino* which already contains the program. Of working voltage of 5 V receiver and got *suplly* of *Arduino*. RF Remote has 4 channel consisting of channel A, B, C and D. Channel A serves to open the window to close the window while B, Channel C to unlock while D to lock the window. To stop the motor when the window already has the frame with a pair of 2 *microswitch* which, when depressed ate the motor can only spin opponent directions. The function of each component can be made to work as desired window.

Keywords: DC Motor, Relay, Remote, Window

1. PENDAHULUAN

Kemudahan dan keefisienan suatu hal dikalangan masyarakat akhir-akhir ini mulai dipertimbangkan. Di zona modern saat ini mulai tercetus inovasi untuk memudahkan pekerjaan dan kegiatan setiap manusia. Hal semacam ini yang membuat sebagian orang yang berfikir maju akan membutuhkan alat dan benda yang dapat membantu pekerjaan atau kegiatan mereka. Alat yang diinginkan yaitu alat yang mudah dalam penggunaannya dan bermanfaat, (Santhanam & Viswanathan, 2013).

Kemudahan dalam penggunaan dan pengoprasian suatu benda dan alat untuk menyesuaikan keadaan lingkungan yang baik, sehat dan juga nyaman itu adalah suatu hal yang mungkin diminati. Karena saat ini perubahan cuaca di Indonesia saat ini mulai berubah-ubah tak dapat diprediksi. Dalam sehari perubahan cuaca di daerah indonesia yang terkadang mendung atau panas tidak dapat diprediksi. Maka dibutuhkanlah alat yang dapat membantu untuk menyesuaikan suhu ruangan yang sehat dan nyaman. Kunci dari ruangan sehat adalah memiliki suhu yang nyaman dan harus memiliki saluran udara segar yang baik. Perlunya udara segar karena udara alami dari luar lebih baik untuk kesehatan. Tidak semua ruangan pula membutuhkan AC, sebagian ruangan membutuhkan jendela seperti bali pertemuan, ruang kelas dan sebagainya (Karlsson, 2001).

Maka kemudahan untuk menghirup udara segar menjadi latar belakang penulis untuk membuat inovasi jendela yang dikendalikan oleh remote. Jendela yang dibuat akan memudahkan manusia dalam menghirup udara segar yang cukup dari luar ruangan. Skema alat ini mengandalkan kinerja dari motor DC *brushed* sebagai penggerak utama menggeser jendela, (Mohammed Z Salah Supervisor Muhammed Abdelati, 1430). Motor DC *brushed* ini dikendalikan oleh remote RF yang sinyalnya dikirimkan ke *microcontroller* Arduino UNO, (T.K, 2012). Arduino UNO berfungsi untuk menterjemahkan sinyal dari receiver RF untuk menjadikannya sinyal PWM (*Pulse Width Modulation*). Sinyal PWM dari keluaran arduino diproses dan di program agar menjadi sinyal PWM keluaran untuk relay, (Chen & Tang, 1999).

1.1 Rumusan Masalah

Dari latar belakang di atas maka dapat dirumuskan permasalahan, yaitu :

- a. Mengendalikan motor DC *brushed* dengan remote kontrol
- b. Mengaplikasikan motor DC *brushed* sebagai penggerak jendela
- c. Membuat jendela yang lebih efisien, praktis dan aman
- d. Lonjakan arus saat motor berbeban, tertahan dan tidak berbeban
- e. Jarak efisien remote radio frekuensi (remote RF)

1.2 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang disampaikan maka penelitian ini bertujuan untuk :

- a. Dapat mengendalikan motor DC *brushed* dengan remote RF.
- b. Dapat mengaplikasikan motor DC *brushed* sebagai penggerak jendela.
- c. Dapat merancang jendela yang lebih praktis dalam pengoprasian dan aman.
- d. Mengetahui lonjakan arus pada motor ketika motor berbeban, tertahan dan tanpa beban.
- e. Mengetahui jarak pengendalian yang efisien pada remote RF.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan pada penulisan penelitian ini antara lain adalah :

- a. Menghasilkan jendela yang lebih praktis dan mudah saat ingin membuka atau menutup jendela dari jarak jauh agar memudahkan untuk menghirup udara segar.
- b. Dengan menggunakan jendela geser ini dapat meminimalkan kerusakan jendela akibat benturan karena tekanan angin.
- c. Penggerak tersebut juga dapat diaplikasikan pada gedung yang memiliki banyak ventilasi dan memiliki sistem mekanik yang sama.
- d. Peneliti juga dapat mengetahui penyebab – penyebab lonjakan arus pada motor karena putaran yang tertahan

2. METODE

Penelitian tentang perancangan dan analisa jendela geser dengan penggerak remote memerlukan waktu kurang lebih 6 bulan. Tahap yang dilewati untuk menyelesaikan penelitian ini dengan bantuan dosen pembimbing yang memberikan saran saat konsultasi dan tahap berikut :

2.1 Studi Literatur

Adalah suatu proses pencarian – pencarian data dan referensi yang berguna dan terkait dengan penelitian yang dikerjakan. Referensi dan data yang berguna didapatkan dari skripsi, artikel, karya ilmiah dan pkm – pkm yang menjadi acuan saat mengerjakan penelitian.

2.2 Pengumpulan Data

Data dari motor DC *brushed* yaitu data besar tegangan kerja, besar arus, lonjakan arus motor DC *brushed* dan kemampuan motor DC *brushed* untuk menggeser daun jendela. Ungkapan tersebut adalah dasar dari keefisienan motor terhadap penelitian tentang jendela geser yang merupakan dasar pembuatan jendela geser menggunakan remote dengan motor DC *brushed*.

2.3 Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan pengukuran menggunakan multimeter dan bertahap, tahap – tahap tersebut yaitu :

1. Memilih motor DC *brushed* bertegangan kerja 12 V
2. Memilih remote RF, Relay, dan Arduino sebagai komponen pengendali
3. Merancang jendela, dudukan motor DC dan pemasangan solenoid kunci
4. Merancang mekanik penggerak jendela dan motor
5. Menghubungkan Pengendali, motor DC *brushed* dan solenoid
6. Pengukuran tegangan kerja, arus dan lonjakan arus pada motor DC *brushed*.

2.4 Alat Dan Bahan

Peralatan dan bahan yang digunakan untuk merancang jendela geser menggunakan remote adalah:

2.4.1 Bahan :

1. Kusen alluminium
2. Daun jendela alluminium
3. Kaca tebal 5mm
4. *Bearing*
5. Rek gear besi
6. As roda sepeda
7. ACP (*Alluminium Compound Panel*)
8. Baut besi.
9. Kabel .

2.4.2 Peralatan :

1. Motor DC 12 V
2. Multimeter
3. *Microcontrller* Arduino UNO
4. Relay 3 *chanel*
5. Obeng (+) (-)
6. Tang
7. Sekrup
8. Repeat
9. Bor listrik
10. *Project Board*

2.5 Perancangan Hardware

2.5.1 Perancangan Rangkaian Pengendali

Perancangan rangkaian pengendali menggunakan *microcontroller* Arduino UNO sebagai pemroses sinyal dari *receiver* remote RF untuk mengaktifkan relay – relay. Relay tersebut dilewati sumber tegangan 12 volt yang terhubung ke motor DC dan solenoid.



Gambar1. *Microcontroller* Arduino UNO



Gambar 2. Relay 4 *channel*



Gambar 3. Remote RF dan *receiver*



Gambar 4. *Power Supply* 12V 5A



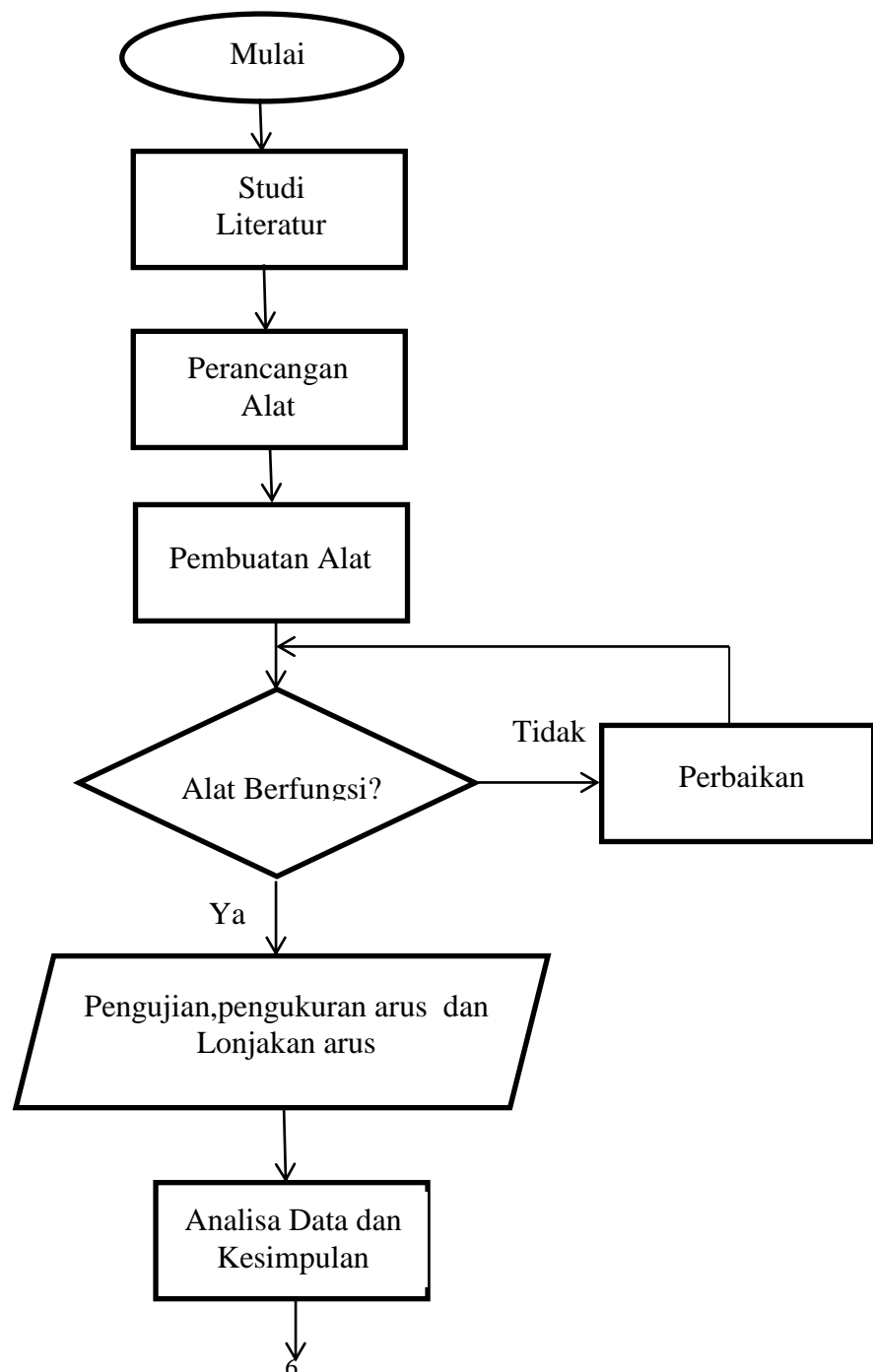
Gambar 5. *Solenoid Door Lock*

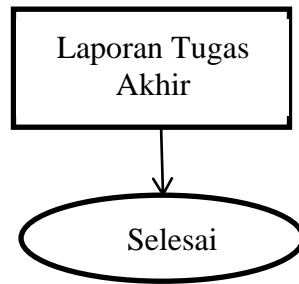
Motor yang digunakan penggerak jendela adalah motor DC *brushed* dengan tegangan kerja 24V sampai 36V. Dengan tegangan itu, putaran motor terlalu cepat untuk jendela maka tegangan kerja yang digunakan sebesar 12V dan arus 5A



Gambar 5. Motor DC *brushed*

2.6 Flowchart Penelitian





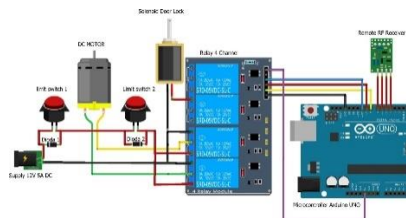
Gambar 6. *Flowchart* penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Desain Jendela Geser dan Pengendali

Desain jendela geser ini sama dengan jendela geser pada umumnya tetapi jendela geser ini mempunyai kusen dan daun jendela dari bahan alluminium. Pada daun jendela dipasang logam bergerigi dan terhubung dengan roda gigi. Roda gigi tersebut mempunyai as roda yang terhubung ke motor DC *brushed* melalui *gear box* yang berfungsi untuk menaikkan torsi dari putaran motor.

Penggunaan *power supply* 12 V untuk memberikan catu daya kepada motor DC *brushed* dan solenoid yang dikendalikan oleh rangkaian pengendali. Rangkaian pengendali terdiri dari *microcontroller* Arduino UNO, relay 3 *channel* dan remote RF. Dengan demikian maka jendela geser dapat bekerja dengan baik.



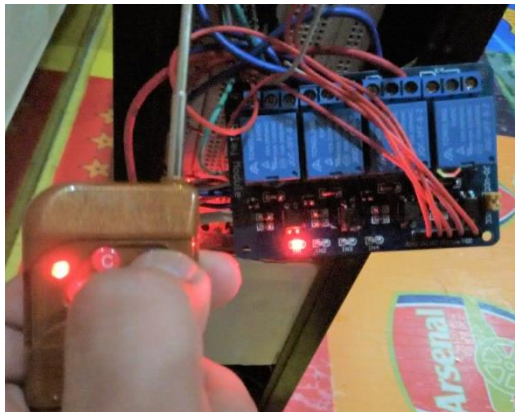
Gambar 7. Skema Rangkaian Pengendali Jendela

Prinsip kerja pengendali jendela adalah ketika salah satu tombol pada remote RF ditekan maka *receiver* akan menerima sinyal dan mengirim sinyal lagi ke Arduino UNO. Sinyal tadi di proses oleh *microcontroller* Arduino UNO untuk memberikan sinyal PWM ke salah satu output. Output dari Arduino mengaktifkan salah satu relay yang dilewati sumber tegangan 12V.

Chanel A pada remote RF mengaktifkan relay 1 yang menggerakkan jendela untuk terbuka. Chanel B mengaktifkan relay 2 untuk menutup jendela , chanel C untuk membuka kunci dan chanel D untuk mengunci jendela.

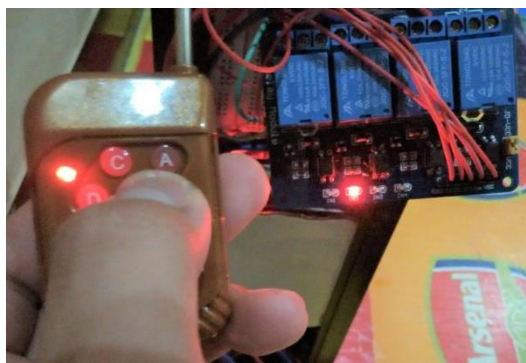
3.2 Pengujian Pengendali Jendela

Pengujian pengendali jendela dapat dilihat dengan menekan salah satu tombol pada remote RF. Apabila salah satu tombol pada remote RF ditekan dan relay menyala maka *microcontroller* Arduino UNO dan remote RF dapat bekerja. Ketika setiap tombol sudah dapat menghidupkan relay maka tahap pengendali sudah berhasil. Sumber tegangan 12V masuk ke motor DC melewati relay yang berfungsi sebagai saklar. Dengan kata lain relay mendapatkan sinyal PWM dari Arduino UNO untuk memutus atau menghubungkan sumber tegangan yang menuju motor DC.



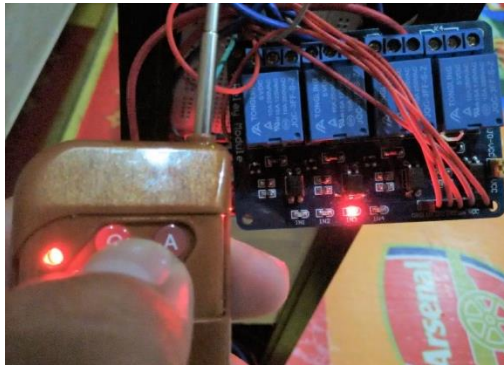
Gambar 8. *Chanel A* mengaktifkan relay 1

Ketika remote RF *chanel A* di tekan dan relay 1 aktif dan motor berputar membuka jendela. Percobaan ini menyatakan remote RF berhasil mengirimkan sinyal ke Arduino UNO untuk diproses dan mengeluarkan output PWM menuju relay 1.



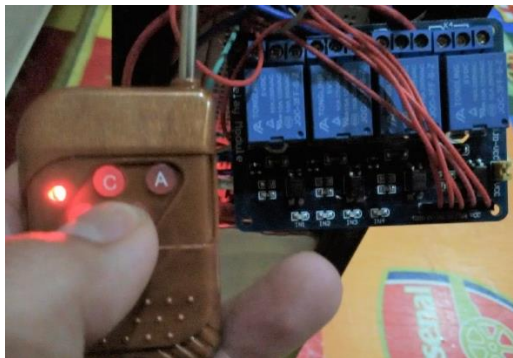
Gambar 9. *Chanel B* mengaktifkan relay 2

Relay B berfungsi menyilangkan atau membalik kutub (+) dan (-) dari *power supply* sehingga arah putaran motor terbalik.



Gambar 10. *Chanel C* Mengaktifkan Relay 3

Ketika *Chanel C* di tekan maka relay 3 keadaanya *normaly close* (NC) , maka solenoid *door lock* membuka kunci.



Gambar 11. *Chanel D* memutus Relay 3

Ketika *chanel D* ditekan maka Relay 3 posisinya menjadi *normaly open* (NO) dan solenoid kembali ke posisi mengunci.

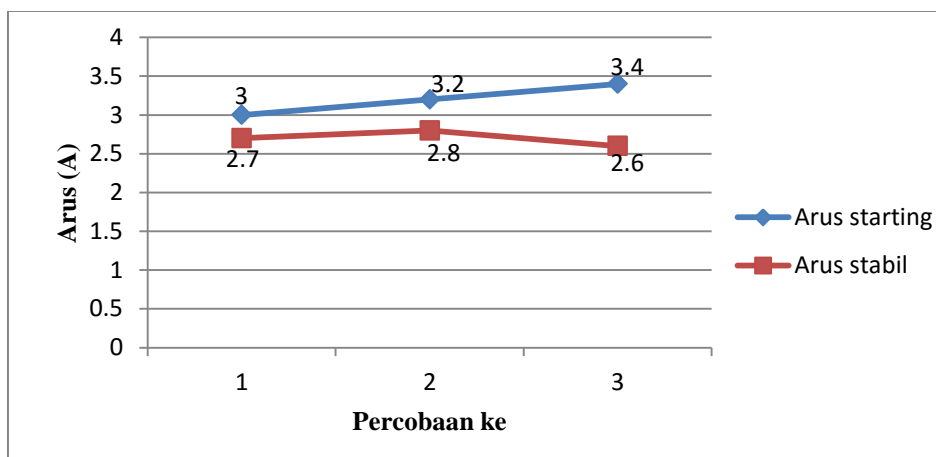
Gambar di atas membuktikan jika relay dapat aktif ketika tombol remote di tekan dan dapat mengoperasikan jendela. Kendala yang diprediksi ialah ketika jendela tertahan dan motor tidak dapat berputar maka akan dapat meyebabkan kenaikan arus yang tinggi. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui besar arus maksimal saat jendela beroperasi dalam keadaan berbeban daun jendela, tanpa beban (tanpa daun jendela) dan tertahan oleh kunci solenoid.

3.1.2. Percobaan Tanpa Beban

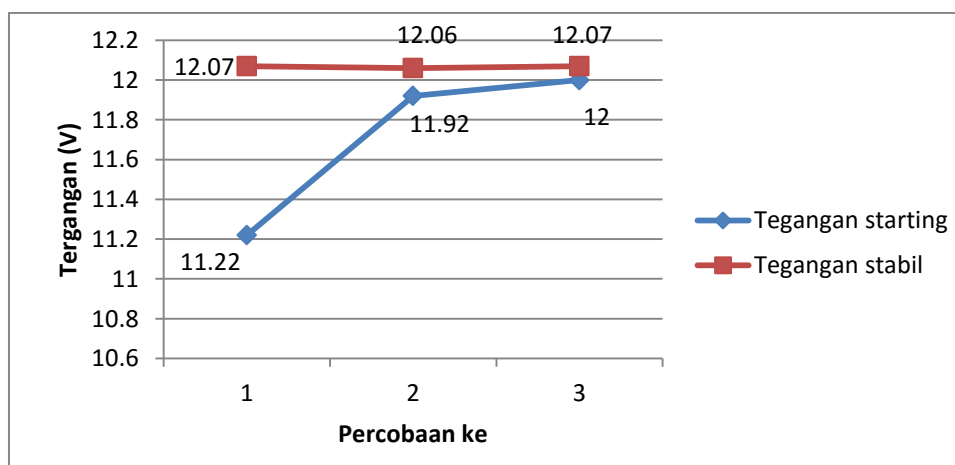
Percobaan tanpa beban dilakukan dengan melepaskan beban yaitu melepaskan daun jendela dari jendela, sehingga motor berputar tanpa terbebani.

Tabel 1. Pengujian Tanpa Beban

Pengujian Ke	Tanpa Beban			
	Tegangan stabil (Volt)	Arus stabil (Ampere)	Tegangan starting (Volt)	Arus starting (Ampere)
1	12,07	2,7	11,22	3,0
2	12,06	2,8	11,92	3,2
3	12,07	2,6	12,00	3,4
Nilai rata – rata	12.06	2,7	11,71	3,2



Gambar 12. Grafik Analisa Arus Tanpa Beban



Gambar 13. Grafik Analisa Tegangan Tanpa Beban

Perhitungan dari arus stabil dan arus starting sebagai berikut :

$$\frac{I \text{ stabil}}{I \text{ starting}} \times 100\%$$

$$\frac{2,7A}{3,2A} \times 100\% = 86,4\%$$

$$100\% - 86,4\% = 13,6\%$$

$$3,2 \times 13,6\% = 0,43 A$$

Hasil dari perhitungan di atas adalah nilai arus starting lebih besar 13,6% dari pada nilai arus stabil. Selisih dari arus starting dan stabil sebesar 0,43 A .

Perhitungan tegangan stabil dan tegangan starting :

$$\frac{V \text{ starting}}{V \text{ stabil}} \times 100\%$$

$$\frac{11,71 V}{12,06 V} \times 100\% = 97,09\%$$

$$100\% - 97,09\% = 2,91\%$$

$$12,06 \times 2,91\% = 0,35 V$$

Hasil dari perhitungan tegangan di atas adalah nilai tegangan stabil lebih besar 2,91% dari pada nilai tegangan starting. Selisih dari tegangan starting dan stabil sebesar 0,35 V

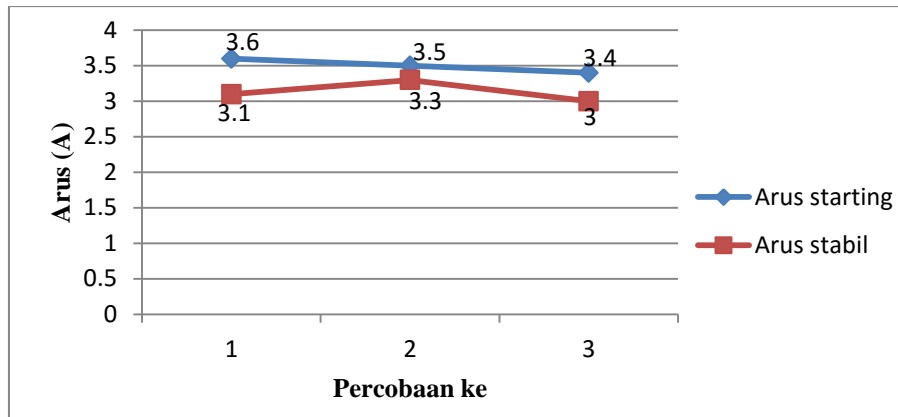
Dari tabel, grafik dan perhitungan di atas dapat dianalisa jika nilai arus starting lebih besar dari arus stabil. Ini karena ketika awal putar , motor akan mengambil arus yang besar dari sumber untuk memulai putaran dan menyebabkan drop tegangan. Maka drop tegangan terjadi ketika arus starting dan nilai tegangan stabil akan membesar karena nilai arus yang menurun saat keadaan stabil.

3.2.2. Percobaan Dengan Beban

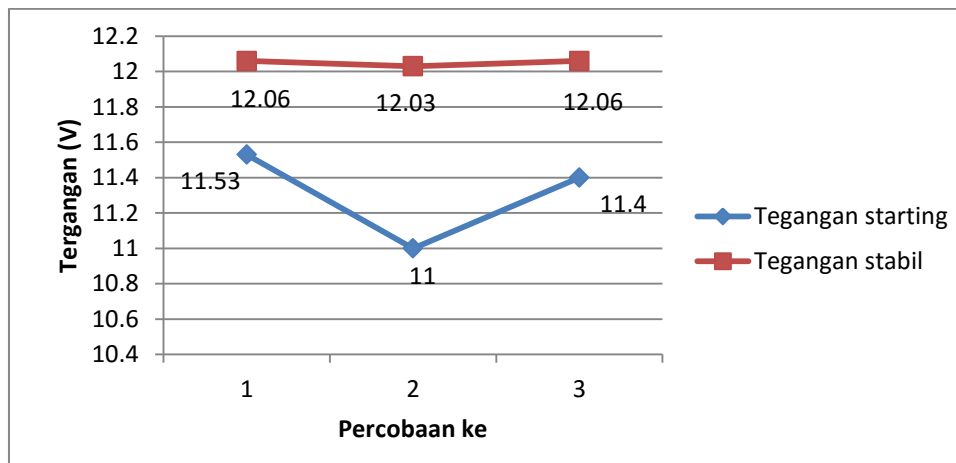
Percobaan kedua dilakukan dengan keadaan daun jendela terpasang. Beban yang diterima motor adalah ketika motor bekerja menggeser daun jendela dari ujung kanan ke ujung kiri.

Tabel 2. Pengujian dengan Beban

Pengujian Ke	Dengan beban			
	Tegangan stabil (Volt)	Arus stabil (Ampere)	Tegangan starting (Volt)	Arus starting (Ampere)
1	12,06	3,1	11,53	3,6
2	12,03	3,3	11,00	3,5
3	12,06	3,0	11,40	3,4
Nilai rata – rata	12,05	3,13	11,31	3,5



Gambar 14. Grafik Analisa Arus dengan Beban



Gambar 15. Grafik Analisa Tegangan dengan Beban

Hasil dari tabel dan grafik percobaan kedua memiliki analisa yang sama walaupun nilai tegangan dan arusnya berbeda. Pada analisa percobaan motor DC dengan beban ini nilai arus stabil dan starting lebih besar dari pada percobaan tanpa beban jendela. Sedangkan nilai teganganya lebih kecil dari percobaan tanpa beban jendela. Tingginya nilai arus terjadi karena makin besar beban yang membebani motor. Maka motor akan membutuhkan lebih banyak arus untuk membangkitkan fluks magnet agar motor berputar.

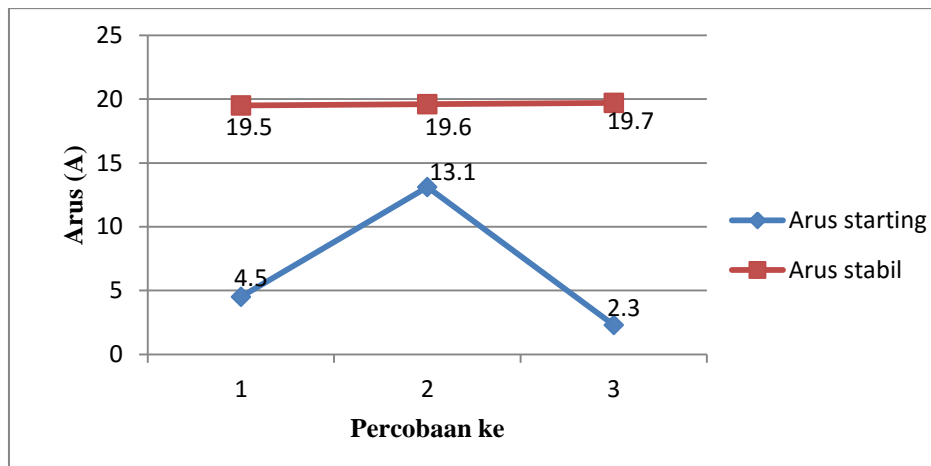
3.2.3. Percobaan dengan Beban Ditahan

Percobaan ini dilakukan dengan menahan daun jendela dengan kunci solenoid agar motor tidak dapat berputar.

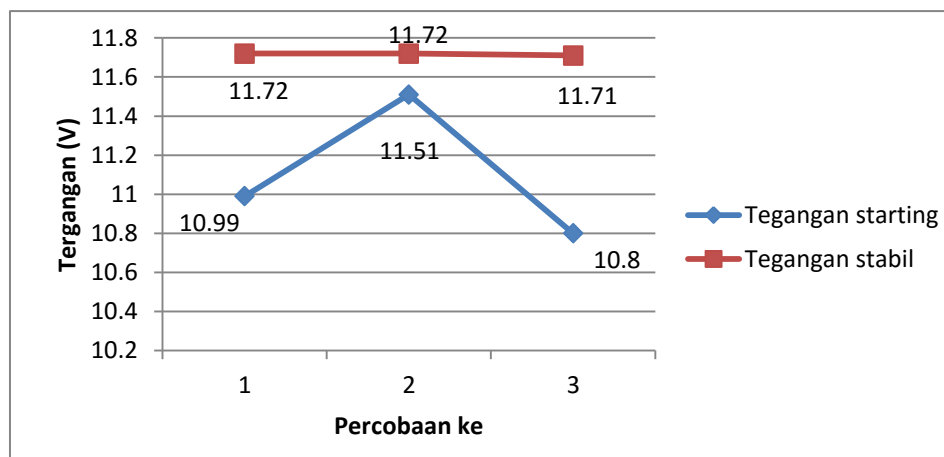
Tabel 3. Pengujian dengan Beban Ditahan

Pengujian Ke	Dengan beban ditahan			
	Tegangan stabil (Volt)	Arus stabil (Ampere)	Tegangan starting (Volt)	Arus starting (Ampere)

1	11,72	19,5	10,99	4,5
2	11,72	19,6	11,51	13,1
3	11,71	19,7	10,80	2,3
Nilai rata – rata	11,71	19,6	11,1	6.63



Gambar 16. Grafik Analisa Arus dengan Beban Ditahan



Gambar 17. Grafik Analisa Tegangan dengan Beban Ditahan

Hasil dari tabel dan grafik ketiga hampir sama dengan tabel kedua. Perbedaanya terletak pada arus starting yang lebih rendah dari pada arus stabil pada saat putaran motor ditahan. Ini karena lonjakan arus yang bertahap dari nilai rendah ke nilai yang tinggi. Lonjakan arus yang tinggi disebabkan oleh impedansi motor terlalu kecil. Kecilnya impedansi menyebabkan arus meningkat 6 sampai 7 kali lipat untuk memutar motor. Pada saat putaran motor ditahan maka impedansinya akan semakin mengecil dan nilai arus akan terus bertambah hingga titik jenuh.

4. PENUTUP

Kesimpulan dari penelitian ini bahwa nilai arus starting dan stabil berbanding terbalik dengan nilai tegangan starting dan stabil. Pada motor DC yang putarannya ditahan, akan menimbulkan lonjakan arus yang besar. Lonjakan arus yang terlalu besar dapat menyebabkan putaran motor DC menjadi tidak stabil pada detik – detik lonjakan arus. Hentakan putaran biasanya terjadi pada saat ada lonjakan arus *starting* dan menyebabkan putaran awal motor menjadi tidak stabil. Beban yang terlalu besar pada motor dapat menyebabkan trip pada pengaman (*circuit breaker*). Trip terjadi karena nilai lonjakan arus melebihi kapasitas pengaman. Desain jendela dan ventilasi di gedung – gedung besar dan bertingkat sangat diperlukan untuk sirkulasi udara. Jendela model ini dapat memudahkan pengguna dalam mengoperasikan jendela atau ventilasi yang penempatannya tidak dapat dijangkau oleh tangan karena ketinggian.

Saran untuk kedepannya jendela harus dibuat semudah mungkin dalam pengoprasian karena kepentingan kesehatan. Jendela ini juga dapat dikembangkan menjadi lebih mudah dan otomatis dengan sensor atau remote. Semakin mudah dalam pengoprasian jendela maka makin mudah pula manusia menghirup udara segar di dalam ruangan yang menggunakan AC atau tidak menggunakan AC.

PERSANTUNAN

Dalam mengerjakan dan menyelesaikan tugas akhir kuliah ini penulis bersyukur karena berkat dan rahmat dari Allah SWT sehingga tugas akhir ini dapat berjalan lancar. Penulis mengucapkan terimakasih kepada pihak – pihak yang membantu penulis. Tugas akhir ini dapat terlaksana dengan baik berkat penulis mendapat bantuan :

1. Kedua orang tuaku yang selalu memberikan dukungan dan doa agar tugas akhir ini dapat selesai dengan baik.
2. Bapak Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Bapak Umar S.T.,M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Muhammadiyah Surakarta.
4. Bapak Ir.Jatmiko,M.T selaku Pembimbing tugas akhir yang selau
5. Bapak dan Ibu dosen pengajar yang selalu memberikan saya ilmu dalam segi praktikum dan teori yang sangan bermanfaat untuk penulis.
6. Rekan-rekan kuliah angkatan 2012 yang selalu meluangkan waktunya untuk membantu penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Seluruh pihak yang belum disebutkan dan ikut membantumenyelesaikan tugas akhir sehingga dapat terselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Chen, J., & Tang, P. (1999). A sliding mode current control scheme for PWM brushless DC motor drives. *IEEE Transactions on Power Electronics*, 14(3), 541–551.
<https://doi.org/10.1109/63.761698>
- Karlsson, J. (2001). Control System and Energy Saving Potential for Switchable Windows. *Building Simulation 2001*, (2000), 199–206.
- Mohammed Z Salah Supervisor Muhammed Abdelati, B. S. (1430). Parameters Identification of a Permanent Magnet Dc Motor.
- Santhanam, V., & Viswanathan, V. (2013). Smartphone Accelerometer Controlled Automated Wheelchair.
- T.K, S. (2012). Automatic Gas Valve Control System using Arduino Hardware. *Automatic Gas Valve Control System Using Arduino Hardware*, 2(3), 18–21.
<https://doi.org/10.9756/BIJPSIC.10001>